

# Sistema de adquisición, procesamiento y transmisión de señales biomédicas utilizando dispositivos móviles de uso masivo

Pablo A. Roncagliolo<sup>1,2</sup>, Luis T. Arredondo<sup>1</sup> y Agustín J. González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad de Valparaíso, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

pablo.roncagliolo@uv.cl

26-28 de Septiembre de 2007

## Presentación

- Introducción
- Contexto de desarrollo
- Sistema propuesto
- Resultados
- Trabajos Futuros
- Conclusiones

# 1. Introducción

## Introducción

Al inicio de la década, existía una clara diferenciación entre dispositivos móviles



Teléfono móvil



PDA

## Introducción

Hoy...  
ya no es fácil distinguir las diferencias entre clases de dispositivos móviles...



PC Magazine, November 2006

## Introducción: Aplicaciones móviles...



'90: Juegos

2000: Aplicaciones  
Clásicas  
(agendas, mapas, WAP)



'07: Aplicaciones "ilimitadas"  
Celular estándar a partir del 2007  
(fusión PDA-Celular)

## Introducción: capacidades móviles...

### Modos de comunicación...



- Voz y Datos (wap) vía red → \$\$\$
- SMS, MMS vía red → \$\$\$
- Infrarrojo (30cm)
- Bluetooth (10m)
- 802.11x "Wifi" (100m)

## Introducción: el "transductor ideal"...

### "El transductor ideal"



Interesante área de desarrollo electrónico →

- Cámara
- Micrófono
- Lector Código Barras 1D, 2D
- Lector RFID
- Sensores: temp, humedad, Etc...

**Ej. Mosquitos**

## Introducción: interrogantes...

- ¿Se restringirán las aplicaciones en dispositivos móviles sólo a métodos de comunicación?...
- ¿Se detendrá el aumento de capacidades tecnológicas de los equipos móviles?...
- ¿En un futuro cercano dejaremos de usar equipos móviles?...

veamos algunas imágenes al respecto...

## 2. Contexto de desarrollo

¿sólo aplicaciones de telecomunicación?...

## Contexto: teléfono móvil → equipo móvil

- Además de hablar:
  - Aplicaciones básicas: juegos, agendas, navegadores
  - *ringtones, fondos, fotos, WAP, SMS, MMS*
  - Pronto: televisión, videofono...
  - Comunicación en red: *GPRS, WiFi, Bluetooth...*
  - Uso de periféricos (*cámara, mic, etc.*)
  - Y muchas otras...

Solo a modo de ejemplo: procesamiento de imágenes...

## Contexto: aplicaciones no tradicionales en teléfonos...



El teléfono móvil como decodificador... Barrar 1D y 2D



## Contexto: aplicaciones no tradicionales en teléfonos...

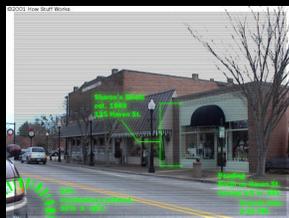


El teléfono móvil como receptor de información vía Bluetooth...

Museos interactivos

## Contexto: aplicaciones no tradicionales en teléfonos...

El teléfono móvil como dispositivo de REALIDAD AUMENTADA...



## Contexto: aplicaciones de realidad aumentada...

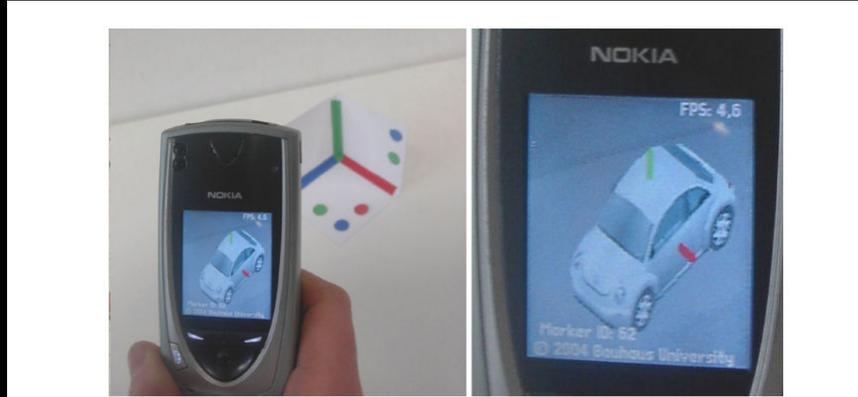


Figure 1: Video see-through example on a consumer cell-phone.

## Contexto: aplicaciones de realidad aumentada...

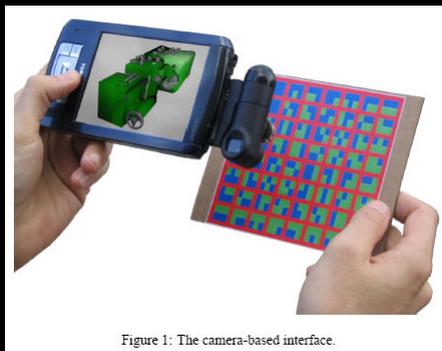


Figure 1: The camera-based interface.

+ "Usabilidad"



Figure 4: Large map visualization.

Hachet 2003

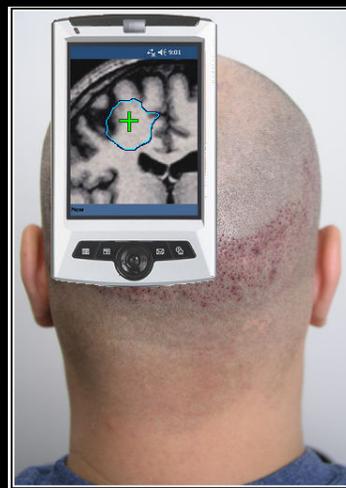
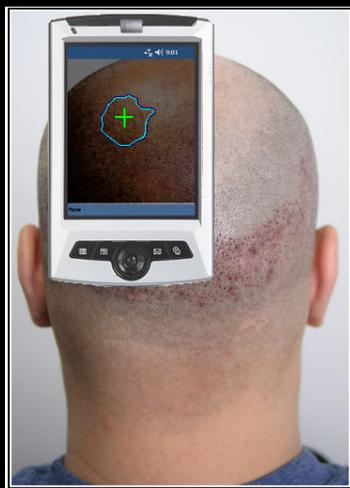
## Contexto: aplicaciones de realidad aumentada...

R.A. en juegos para celulares...



RONCAGLIOLO, ARREDONDO, GONZALEZ, SABI/2007, San Juan, Argentina

## Contexto: aplicaciones de realidad aumentada...



RONCAGLIOLO, ARREDONDO, GONZALEZ, SABI/2007, San Juan, Argentina

## 2. Contexto de desarrollo

¿Se detendrá el aumento de capacidades tecnológicas de los equipos móviles?...

### Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



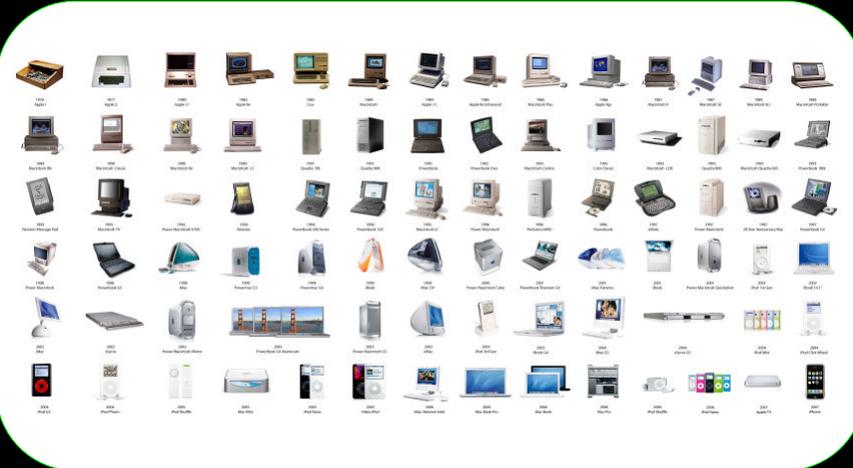
1977  
Apple II

## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



2007  
iPhone

## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso

¿Cómo desarrollar tecnología en este contexto vertiginoso?

... Una estrategia básica sería adelantarse a los posibles desarrollos futuros...

¿Cómo será el equipo móvil del futuro próximo?

## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso

Sin embargo... Sony ya desarrolló las pantallas flexibles

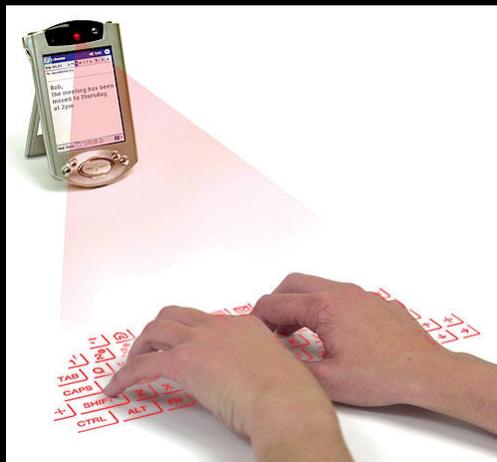


## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso



## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso

### Accesorios láser: teclado virtual



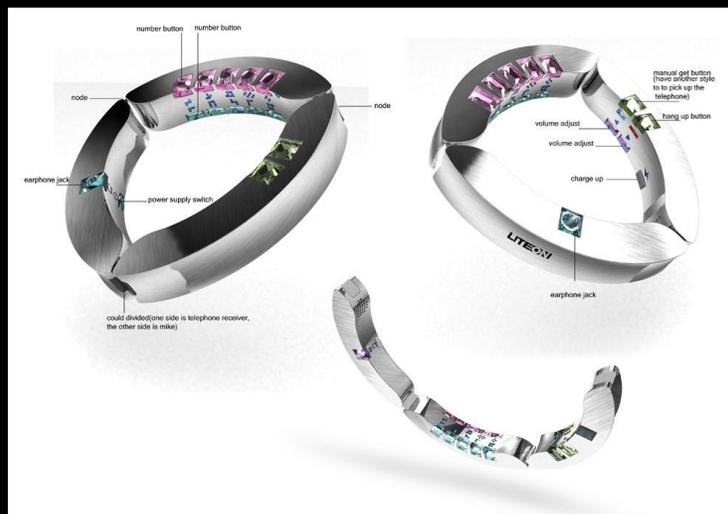
## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso

Accesorios láser: proyector láser incorporado



## Contexto: desarrollo tecnológico vertiginoso

Otros diseños "futuristas":



## 3. Sistema propuesto

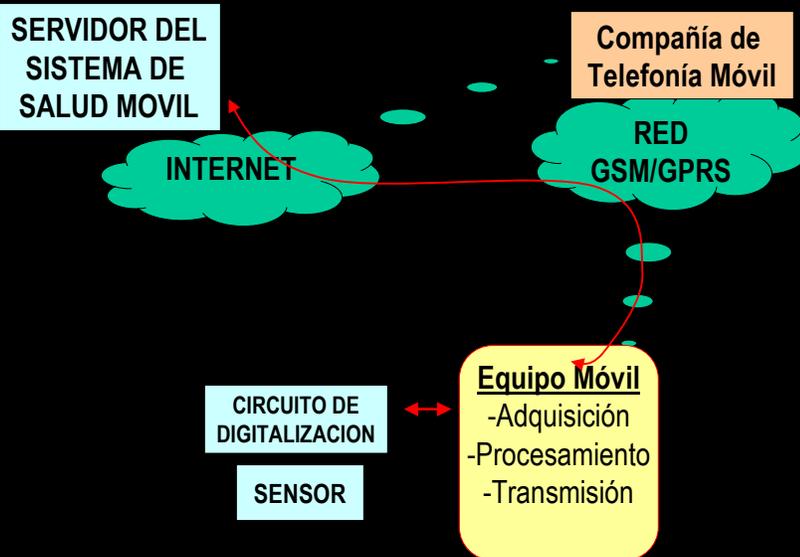
## 3. Sistema

En base al contexto anterior:

¿Se integrará la adquisición, procesamiento y transmisión de señales biomédicas en estos dispositivos móviles de uso masivo?

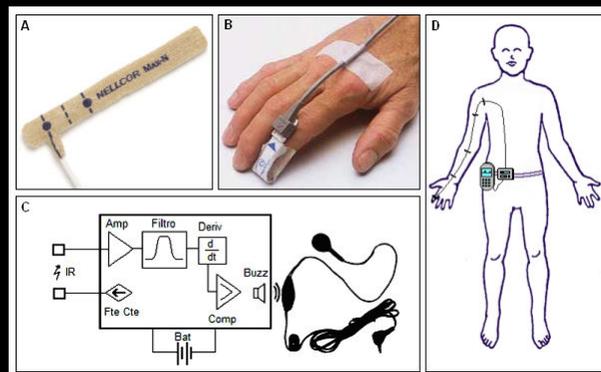
¿Qué se puede lograr con los dispositivos móviles actuales?

### 3. Sistema

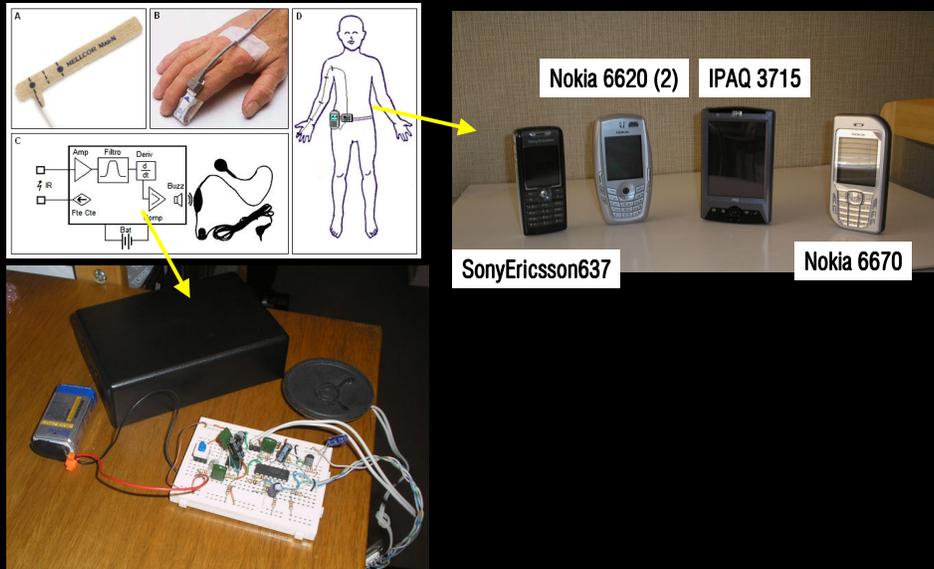


### 3. Sistema

Diseño etapa 1:



### 3. Sistema



### 3. Sistema

#### Materiales:

#### Equipo Nokia 6670:

- procesador RISC 32 bits, ARM9 123Mhz,
- pantalla de 176x208 píxeles,
- sistema operativo multitarea Symbian OS 7.0,
- memoria interna de 8MB y externa de 64MB Flash.
- Conexión BLUETOOTH
- Canal GPRS, tasa máxima de descarga 40,3kbps y de envío 26,8kbps.

#### Software de Desarrollo:

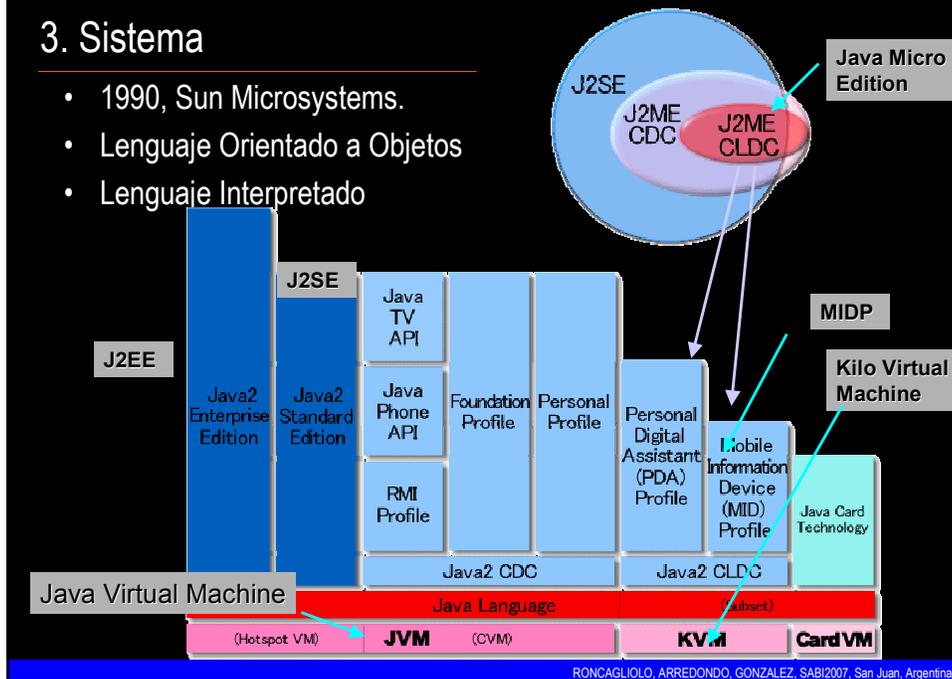
- Wireless Toolkit 2.2 de Sun Microsystems,
- Eclipse 3.2 IDE Java2 ME.

(Todos son de libre disposición y sin costos de licencias.)



### 3. Sistema

- 1990, Sun Microsystems.
- Lenguaje Orientado a Objetos
- Lenguaje Interpretado



### 3. Sistema

#### MIDLET:

- Es una aplicación Java que cumple las especificaciones MIDP
- Todas las aplicaciones se generan a partir de la clase MIDLET

### 3. Sistema

#### MIDLET:

```
import javax.microedition.Midlet.Midlet;

public class Nombre extends Midlet {

    public void startApp() {
    }

    public void pauseApp() {
    }

    public void destroyApp() {
    }
}
```

### 3. Sistema

```
import javax.microedition.Midlet.Midlet;

public class Nombre extends Midlet {

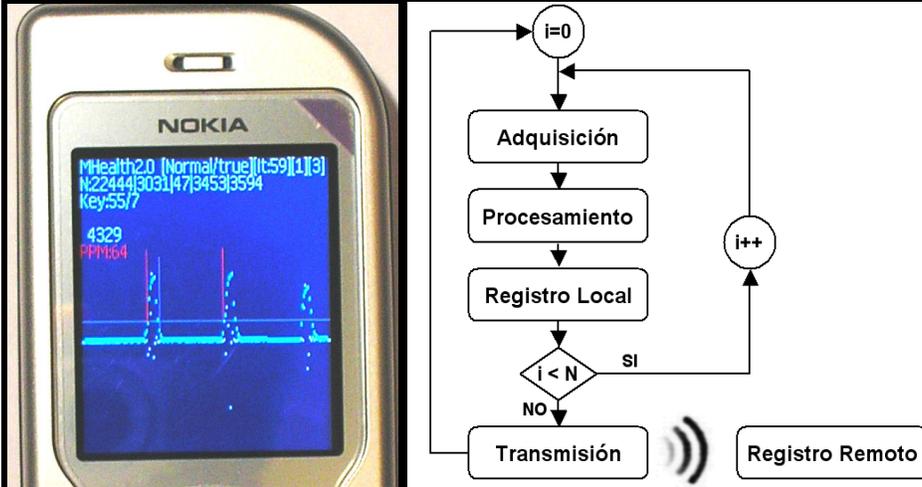
    private Form formulario;

    public void startApp() {
        formulario = new Form("Ejemplo 1");
        formulario.append("Hola Mundo!");
        Display pantalla=Display.getDisplay(this);
        pantalla.setCurrent(formulario);
    }

    public void pauseApp() {}

    public void destroyApp() {}
}
```

### 3. Sistema



### 3. Sistema

#### Registro Local:

En esta aplicación, para el registro PPM y la hora respectiva se requieren 3 bytes por minuto  $\rightarrow$  4,2Kbytes por día.

El equipo utilizado en las pruebas posee una memoria de 8Mbytes (5 años!!), por lo tanto la capacidad de registro local no constituye una limitante en esta aplicación



### 3. Sistema

#### Costos y Masificación:

Sólo a modo ilustrativo, en Chile al mes de Mayo de 2007, la transmisión a través de GPRS tiene un costo aproximado de USD\$0,0075 por kbyte, por lo tanto para transmitir aproximadamente 100Kbytes (1 mes transmitiendo cada 1 hora)

→ costo mensual de USD\$0,7.

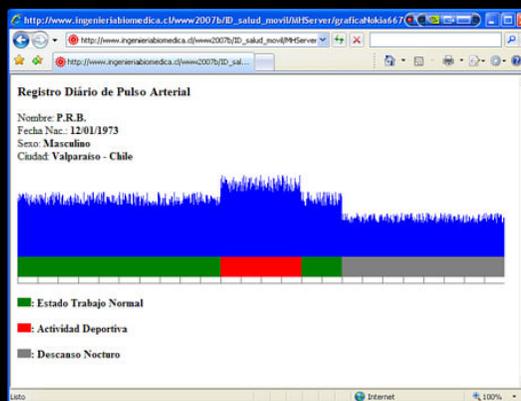


### 3. Sistema

#### Visualización y Registro Remoto:

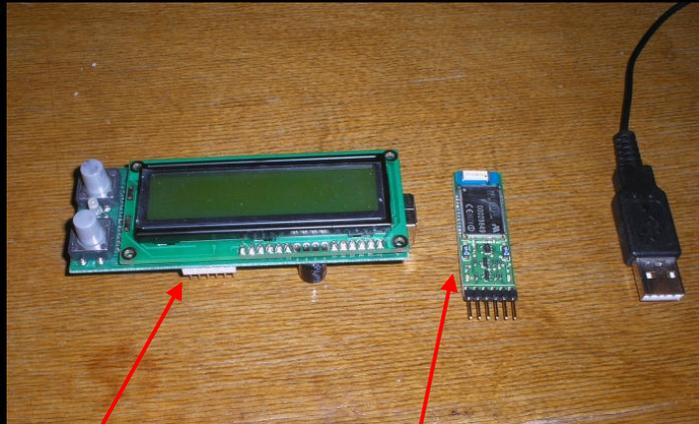
#### Servidor Web:

- Script desarrollados en PHP
- El celular realiza un llamado vía GPRS (WAP) al servidor
- Servidor recibe datos a través de un llamado HTTP utilizando el método GET.



### 3. Sistema

Diseño etapa 2:

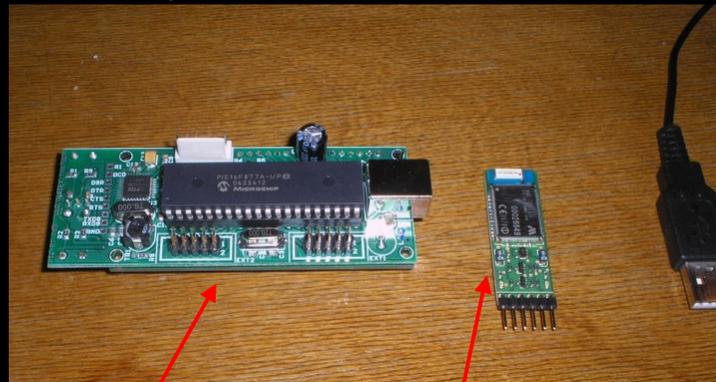


Integración en Kit de desarrollo Olimex

Módulo RS232-BLUETOOTH

### 3. Sistema

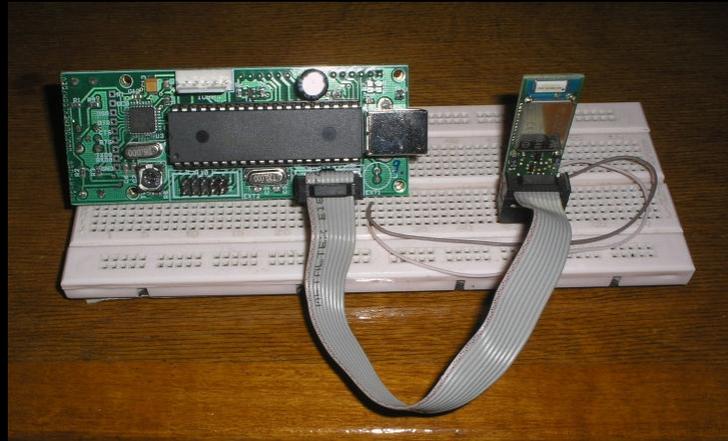
Diseño etapa 2:



PIC 16F877A

BlueRadio BLUESMIRF

### 3. Sistema



El microprocesador transmite la información a través del puerto serial hacia el transmisor Bluetooth

### 3. Sistema



Lamentablemente los módulos Bluetooth para desarrollo aun son de alto costo (US\$100) versus los módulos comunes para PC (us\$10)

## 4. Resultados

### 4. Resultados: adquisición y procesamiento

TABLA I

TIEMPOS DEL CICLO ADQUISICIÓN-PROCESAMIENTO

Etapas del Ciclo	Tiempo de Captura		
	1 seg.	5 seg.	10 seg.
Adquisición	1,031 (67%)	5,047 (90%)	10,078 (94%)
Procesamiento	0,032	0,047	0,048
Visualización	0,344	0,344	0,356
<i>Garbage Collector</i>	0,124	0,156	0,188



## 4. Resultados: transmisión

La transmisión:

- i) abrir la conexión HTTP sobre GPRS;
- ii) enviar la petición y los datos a través del método GET;
- iii) descargar la respuesta del servidor.



El tiempo total de transmisión presenta una gran variabilidad si la señal de la red celular es débil, sin embargo, en lugares con adecuada cobertura esta variabilidad disminuye.

En estos casos el menor tiempo medido fue de 3,20 seg. y el mayor tiempo fue de 5,34 seg.

Este tiempo se determinó para envío de 128 bytes (incluyendo datos y URL del servidor), y representa el tiempo total transcurrido desde que se inicia el establecimiento de la conexión hasta que se recibe la respuesta del Servidor Web.

## 4. Resultados preliminares Bluetooth

La transmisión de 50KB tarda aproximadamente 0.3 segundos



La transmisión de 340 byte tarda aproximadamente 1 milisegundo



¿Capturar 1 o N muestras?

## 5. Trabajos Futuros

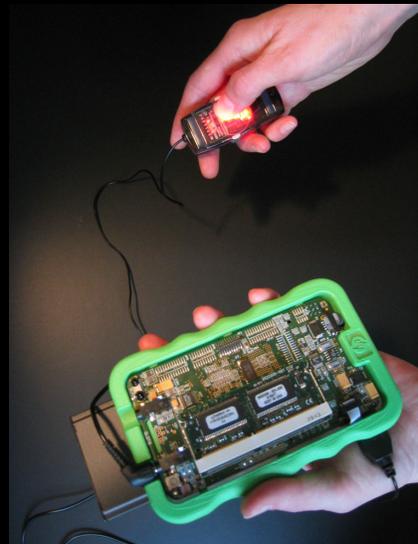
## 5. Trabajos Futuros

### SET de transductores:

- Sistema de ECG móvil
- Sistema de EEG móvil
- Proyecto FONDEF → “Sensor no invasivo de glucosa para salud móvil”

### Desafíos tecnológicos:

- Disminución de artefactos generados por el movimiento.
- Integración y miniaturización de amplificadores y circuitos de adquisición
- Incorporación del sistema en un mismo equipo
- Alianza con fabricantes de equipos móviles.



## 6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

En contra:

existen evidentes restricciones que se resumen en:

- **Recursos limitados:** respecto a un PC; menor velocidad, menor memoria, etc.
- **Vulnerabilidad:** son más susceptibles a sufrir daños o extravíos, problemas inherentes a su portabilidad ==> La seguridad y replicación de la información contenida, adquiere mayor relevancia.
- **Conectividad inestable y ancho de banda variable.**
- **Energía finita.**



## 6. Conclusiones

A favor:

Los equipos móviles actuales (y los futuros) poseen capacidades de procesamiento suficientes para la adquisición, procesamiento y transmisión de señales

La ventaja principal es la posibilidad de registros continuos de variables biomédicas fuera de recintos hospitalarios

El costo principal de estos sistemas corresponde al equipo móvil → masificación



Gracias!  
Preguntas...

Pablo A. Roncagliolo<sup>1,2</sup>, Luis T. Arredondo<sup>1</sup> y Agustín J. González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Biomédica, Universidad de Valparaíso, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile

pablo.roncagliolo@uv.cl